

·医学数据科学·

多酚治疗心血管疾病研究的文献计量学可视化分析

黄筱钧,雷亚琪美,杨 锦,代佳莹

(湖北民族大学医学部,湖北 恩施 445000)

摘要:目的 对多酚及多酚类化合物治疗心血管疾病相关文献进行文献计量学可视化分析,揭示该领域近 11 年的研究方向和现状,探索研究热点及前沿方向,分析核心作者及机构,为科研实验及临床诊疗提供新的线索。方法 运用文献计量学方法,以 Web of Science Core Collection 数据库为数据来源,借助 CiteSpace 软件,采用分类、聚类、突现等方法对 2011–2021 年多酚治疗心血管疾病的相关研究的发文时间、研究方向分布、作者、国家和机构合作、关键词等进行可视化分析。结果 共纳入 3604 篇文献,发文量最高的国家是中国(488 篇);研究方向主要集中在营养与膳食、食品科学技术;发文量最高的机构是巴塞罗那大学(73 篇);引文量最高的作者是 Del Rio D;该领域主要研究热点是氧化应激导致慢性疾病的发生机制、多酚和黄酮在慢性疾病中的重要作用;研究前沿是以肠道菌群为靶点探索多酚治疗心血管疾病的新治疗模式。结论 近 10 年来,氧化应激导致慢性疾病的发病机制、多酚及多酚类化合物和黄酮及黄酮类化合物通过抗氧化作用抑制炎症反应,降低心血管疾病的发生风险是多酚治疗心血管疾病领域的研究热点。多酚治疗心血管疾病在近年内得到一定发展,尤其在以肠道菌群为靶点的治疗方面研究广泛,但其具体机制尚未厘清,需要长期、稳定的研究团队进一步挖掘。

关键词:多酚;心血管病;文献计量学;可视化分析

中图分类号:R714.252

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2024.04.005

文章编号:1006-1959(2024)04-0027-07

A Bibliometric Visualization Analysis of Polyphenols in the Treatment of Cardiovascular Diseases

HUANG Xiao-jun, LEI Ya-qi-mei, YANG Jin, DAI Jia-ying

(Medical School, Hubei Minzu University, Enshi 445000, Hubei, China)

Abstract: Objective To reveal the research direction and current situation of polyphenols and polyphenol compounds in the treatment of cardiovascular diseases in the past 11 years based on the visual analysis of bibliometrics, and to explore the research hotspots and frontier directions, analyze the core authors and institutions, and provide new clues for scientific research experiments and clinical diagnosis and treatment. **Methods** By using bibliometrics method, taking the Web of Science Core Collection database as the data source, and the CiteSpace software was used to visually analyze the publication time, research direction distribution, author, national and institutional cooperation, and keywords of the related research on polyphenols in the treatment of cardiovascular diseases from 2011 to 2021 through classification, clustering, highlighting and other methods. **Results** A total of 3604 papers were included in this study. The country with the highest number of papers was China (488 papers). The research directions were mainly focused on nutrition and diet, food science and technology. The institution with the highest number of papers was the University of Barcelona (73 papers). The author with the highest number of citations was Del Rio D. The main research focus in this field was the mechanism of oxidative stress leading to chronic diseases, and the important role of polyphenols and flavonoids in chronic diseases. The frontier of research was to explore a new therapeutic model of polyphenols for cardiovascular diseases by targeting intestinal flora. **Conclusion** In the past ten years, the research hotspots in the field of polyphenols in the treatment of cardiovascular diseases include the pathogenesis of chronic diseases caused by oxidative stress, polyphenols and polyphenol compounds and flavonoids and flavonoids inhibit the inflammatory response through antioxidant effects and reduce the risk of cardiovascular diseases. Polyphenols have been developed in the treatment of cardiovascular diseases in recent years, especially in the treatment of intestinal flora as a target. However, the specific mechanism has not been clarified, and a long-term and stable research team is needed to further explore.

Key words: Polyphenol; Cardiovascular diseases; Bibliometrics; Visual analysis

全球疾病负担 2020 年数据显示^[1,2],心血管疾病是全球主要死因之一,预计到 2025 年其患病率仍会不断增长。心血管疾病会影响生活质量,严重危

害人类健康。多酚及多酚类化合物是一种从植物中提取的生物活性物质,流行病学显示其对多种心血管疾病、肥胖等慢性非传染性疾病有防治作用^[3]。近年来多酚及多酚类化合物在慢性疾病的研究中已成为热点。本文对多酚及多酚类化合物治疗心血管疾病相关文献进行文献计量学分析,将内容以科学知识图谱的形式可视化,以期治疗心血管疾病研究提供有潜在意义的选题及科学参考依据。

基金项目:1. 国家级大学生创新创业训练计划项目(编号:202010517008);2. 国家自然科学基金资助项目(编号:81760289)

作者简介:黄筱钧(1979.10-),男,湖北仙桃人,博士,副教授,主要从事微生物与肿瘤相关研究

1 资料与方法

1.1 资料来源 本研究数据来源于 Web of Science 核心合集数据库,具体检索策略为:首先检索多酚及多酚类化合物的相关文献,拟定检索式为 TS=(polyphenol OR flavones OR anthocyanidins OR flavanones OR isoflavones OR quercetin OR kaempferol)。其次检索心血管疾病的相关文献,拟定检索式为 TS=(cardiovascular disease OR coronary heart disease OR cardiovascular events OR cardiovascular internal medicine)。最后将两次检索的结果使用布尔逻辑运算符“AND”进行组配检索。检索年限为 2011–2021 年。截止 2021 年 10 月 18 日,共检索出文献 5593 篇,剔除会议摘要、编辑材料、更正材料后,共计纳入 3604 篇文献。

1.2 分析方法 将纳入文献的检索结果以纯文本的格式导出全部内容,借助 CiteSpace 5.8.R3 软件分别从发文时间分布、研究方向分布、作者、国家、机构合作及关键词进行可视化分析。通过关键词分析现阶段的研究热点和前沿方向。在结果可视化界面中,有大小不同的年轮、字体,连接线粗细的差异。每个年轮代表作者、国家、机构、关键字群,连接线粗细代表节点之间协作关系的强弱。

2 结果

2.1 年度发文量分布 分析近 11 年发表的文献显

示,2011–2021 年多酚治疗心血管疾病的相关文献发文量整体呈上升趋势,2020 年发文量最高达 417 篇,2014 年发文量最低为 243 篇。平均每年发文量约 328 篇,不同年份发文量波动较大,见图 1。

2.2 研究方向分布 纳入的 3604 篇文献主要归属于 29 个学科,其中排名前 5 的学科文献总数占 78.4%,提示多酚治疗心血管疾病的研究方向主要集中在营养与膳食、食品科学技术、药(理)学、生物化学与分子生物学、化学,见表 1。通过营养与膳食的辅助方式可有效降低心血管疾病的发生风险,从生物化学和分子生物学探索多酚治疗心血管疾病的机制是近年重点关注内容。

2.3 作者分布情况 作者合作图谱和数据分析显示,共出现作者 699 个,作者之间的合作关系有 1430 个,见图 2。发表论文量最高的作者为 RAMON ESTRUCH (21 篇)、其次为 AMIRHOSSEIN SAHEBKAR (14 篇)、MONTERRAT FITO (13 篇),发文量 ≥ 10 篇的作者有 10 人,占作者总数的 1.4%。MIREIA URPISARDA 的中心性为 0.05, RAMON ESTRUCH、CRISTINA ANDRES LACUEVA、ROSA CASAS 的中心性均为 0.04。发文量前 5 的作者中心性均低于 0.1,提示作者合作网络规模较小,作者间的合作还需加强。

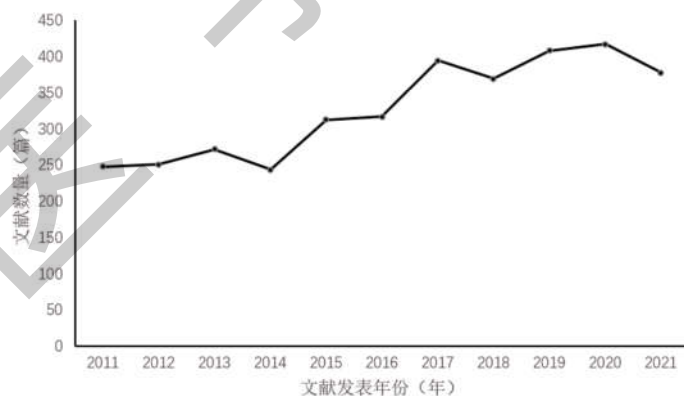


图 1 2010–2021 年多酚治疗心血管疾病研究论文的发文量情况

表 1 多酚治疗心血管疾病领域排名前 5 的论文学科分布(n,%)

排名	学科名(英文)	学科名(中文)	数量	占比
1	NUTRITION & DIETETICS	营养与膳食	729	20.23
2	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	食品科学技术	644	17.87
3	PHARMACOLOGY & PHARMACY	药(理)学	584	16.20
4	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	生物化学与分子生物学	505	14.01
5	CHEMISTRY	化学	365	10.13



图 2 作者可视化图谱

2.4 国家合作情况 国家合作关系图谱见图 3, 发文量前 5 的国家分别是中国(488 篇)、美国(468 篇)、意大利(360 篇)、西班牙(312 篇)和英格兰(143 篇)。中心性前 3 的国家分别是瑞典(0.95)、比利时(0.92)和斯洛伐克(0.81)。



图 3 国家可视化图谱

2.5 机构合作网络分析 机构合作网络图谱见图 4, 节点数为 445, 连线数为 619。表明共有 445 个机构对多酚治疗心血管疾病进行了研究。发文量较高的机构有巴塞罗那大学(73 篇)、卡洛斯三世卫生研究所(56 篇)、罗维拉-威尔吉利大学(44 篇)、西班牙国家研究委员会(42 篇)、那不勒斯费德里克二世大学(32 篇)、波兰罗兹医科大学(28 篇)、西班牙纳瓦拉大学(27 篇)、德黑兰医科大学(27 篇)、巴伦西亚大学(26 篇)、波尔图大学(25 篇), 发文量 20 篇以上的共有 12 个机构。美国食品药品监督管理局的

中心性为 0.27, 德黑兰大学中心性为 0.26, 这两个机构的中心性较高, 表明他们与其他机构的合作较密切。

2.6 关键词分析 使用 CiteSpace 软件对关键词分析, 生成了多酚与治疗心血管疾病关键词可视化图谱(图 5A)($N=269, E=522$)。关键词频次和中心性前 20 的关键词见表 2。出现频次较高的关键词有 cardiovascular disease (心血管疾病)、oxidative stress (氧化应激)、phenolic compound (酚类化合物)、polyphenol (多酚)、flavonoid (黄酮)、antioxidant activity (抗氧化活性)、obesity (肥胖)等。中心性大于 0.3 的关键词有 oxidative stress (氧化应激)、phenolic compound (酚类化合物)、bioactive compound (生物活性化合物)、alzheimer's disease (老年痴呆症)、isoflavone (异黄酮)、protein (蛋白质)、cancer (癌症)、plasma lipid (血脂)。这些关键词在图谱中发挥着中介桥梁作用, 对该领域的研究热点和方向起到了提示作用。

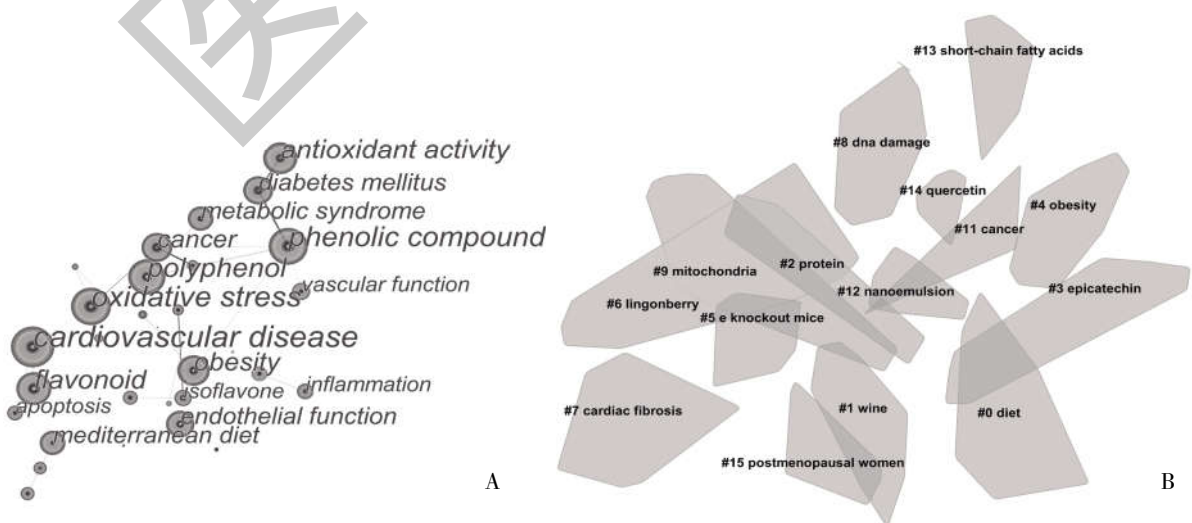
关键词聚类分析显示共出现 16 个聚类(图 5B), 其 S 值为 0.9564 (>0.3), 即聚类结构显著, Q 值为 0.8383 (>0.5), 即聚类结果合理。排名前 10 的聚类分别是 #0 diet (饮食)、#1 wine (酒)、#2 protein (蛋白质)、#3 epicatechin (表儿茶酸)、#4 obesity (肥胖)、#5 eknockout mice (e 基因敲除小鼠)、#6 lingonberry (越橘)、#7 cardiac fibrosis (心肌纤维化)、#8 DNA damage (DNA 损伤)、#9 mitochondria (线粒体), 见表 3。聚类 #0 LLR 命名为饮食, 主要的施引文献是“黄

酮类化合物的抗氧化和促氧化特性”^[4]; 聚类 #1 LLR 命名为酒, 主要的施引文献是“氧化应激、抗氧化剂和血管炎症在心血管疾病中的作用”^[5]; 聚类 #2 LLR 命名为蛋白质, 主要的施引文献是“橙汁中的橙皮苷具有血管保护作用: 一项健康志愿者的随机交叉研究”^[6]; 聚类 #3 LLR 命名为表儿茶酸, 主要的施引文献是“快速补充白藜芦醇可改善血压轻度升高的超重/肥胖个体的血流介导的扩张”^[7]; 聚类 #4 LLR 命名为肥胖, 主要的施引文献是“天然多酚类物质的资源及生物活性”^[8], 聚类 #5 LLR 命名为 e 基因

敲除小鼠, 主要的施引文献是“咖啡中主要酚类成分绿原酸对健康的潜在影响: 文献综述”^[9]; 聚类 #6 LLR 命名为越桔, 主要的施引文献是“草莓与人体健康: 抗氧化活性以外的效应”^[10]; 聚类 #7 LLR 命名为心肌纤维化, 主要的施引文献是“膳食中水果和蔬菜的健康促进成分”^[11]; 聚类 #8 LLR 命名为 DNA 损伤, 主要的施引文献是“姜黄素、金坚果: 多靶点治疗多种慢性疾病”^[12]; 聚类 #9 LLR 命名为线粒体, 主要的施引文献是“绿原酸在调节葡萄糖和脂质代谢中的作用(综述)”^[13]。



图 4 机构合作可视化图谱



注: A: 关键词分析图谱; B: 关键词聚类分析图谱

图 5 关键词可视化图谱

表 2 频次和中心性排名前 20 的关键词

排名	频次	关键词	中心性	关键词
1	1346	cardiovascular disease	0.58	oxidative stress
2	935	oxidative stress	0.47	phenolic compound
3	771	phenolic compound	0.47	bioactive compound
4	618	polyphenol	0.45	alzheimers disease
5	508	flavonoid	0.38	isoflavone
6	508	antioxidant activity	0.34	protein
7	409	obesity	0.32	cancer
8	352	cancer	0.31	plasma lipid
9	271	diabetes mellitus	0.29	obesity
10	270	endothelial function	0.27	edl
11	246	metabolic syndrome	0.25	type 2 diabetes mellitus
12	233	mediterranean diet	0.25	redwine
13	144	vascular function	0.21	polyphenol
14	142	inflammation	0.21	dna damage
15	138	apoptosis	0.21	soyisoflavone
16	136	isoflavone	0.20	reduces blood pressure
17	117	cholesterol	0.20	green tea extract
18	114	postmenopausal women	0.20	ldl cholesterol
19	109	virgin olive oil	0.19	spontaneously hypertensive rat
20	97	acid	0.19	vascular function

表 3 关键词聚类分析

聚类 ID	轮廓值	平均年份(年)	关键词
0	0.945	2015	饮食、地中海饮食、橄榄油、橄榄苦苷、抗衰老酶
1	0.953	2013	酒、饮酒、饮料、抗氧化酶、白藜芦醇
2	0.954	2012	蛋白质、豆、异黄酮、多酚
3	0.991	2014	表儿茶素、人类健康、石榴汁消耗、密度脂蛋白、血压
4	1.000	2016	肥胖、绿茶、代谢、槲皮素、茶树
5	0.912	2015	E 基因敲除小鼠、二甲双胍、老化、炎症、高脂肪饮食
6	0.928	2016	玲珑莓、信号通路、心血管疾病、血糖控制、多甲氧蒽
7	1.000	2015	心脏纤维化、糖苷、模式、非酒精性脂肪肝、肝脂肪变性
8	0.893	2014	DNA 损伤、高密度脂蛋白、坚果、内皮功能、抗氧化活性
9	0.956	2013	线粒体、血流介导的舒张、植物提取物、大鼠模型、抗氧化防御系统
10	0.970	2012	一氧化氮、槲皮素葡萄糖苷、口服精氨酸、抗凋亡、BK 通道
11	0.982	2016	癌症、信号通路、脂多糖、白细胞介素-6、重组人白细胞介素-1β
12	1.000	2016	纳米乳剂、迁移、白藜芦醇、密度脂蛋白胆固醇、多酚
13	0.897	2015	短链脂肪酸、肠道菌群、氧化三甲胺、三甲胺、益生菌
14	1.000	2014	槲皮素、类黄酮摄入量、心血管疾病、黄酮醇、黄酮类化合物
15	0.940	2016	绝经后妇女、异黄酮、食物频率问卷、钙、血糖控制

关键词突现能够反映该段时期的研究重点,且能预测未来研究方向,使用 CiteSpace 软件对关键词进行 Brust 分析,可确定该领域研究热点及前沿。强度排在前面的关键词主要有 vitamin C (维生素 C)、gut microbiota (肠道菌群)、intervention (干预)、all

cause mortality(均可引起死亡率)、kappa b(细胞核转录因子)、human plasma (人体血浆)、e knockout mice (e 基因敲除小鼠)、cardiovascular disease mortality(心血管疾病死亡率),见图 6。

Top 30 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2011 - 2021
vitamin c	2011	6.35	2011	2015	<div><div></div></div>
human plasma	2011	3.89	2011	2013	<div><div></div></div>
dietaryflavonoid	2011	3.4	2011	2013	<div><div></div></div>
spontaneously hypertensive rat	2011	2.91	2011	2013	<div><div></div></div>
lipid	2011	2.78	2011	2014	<div><div></div></div>
ascorbic acid	2011	2.39	2011	2014	<div><div></div></div>
oxidative dna damage	2011	2.39	2011	2014	<div><div></div></div>
vegetable intake	2011	3.54	2013	2014	<div><div></div></div>
procyanidin	2011	2.81	2013	2015	<div><div></div></div>
cardiovascular disease mortality	2011	3.61	2014	2015	<div><div></div></div>
ischemia reperfusion	2011	3.51	2014	2015	<div><div></div></div>
nut	2011	2.72	2014	2017	<div><div></div></div>
food source	2011	2.04	2014	2017	<div><div></div></div>
dietarypolyphenol	2011	2.1	2015	2018	<div><div></div></div>
flow mediated dilation	2011	2.66	2016	2017	<div><div></div></div>
e knockout mice	2011	3.69	2017	2018	<div><div></div></div>
human health	2011	3.28	2017	2018	<div><div></div></div>
low grade inflammation	2011	2.87	2017	2018	<div><div></div></div>
nutrition	2011	2.87	2017	2018	<div><div></div></div>
hepatic steatosis	2011	2.34	2017	2019	<div><div></div></div>
mouse model	2011	2.34	2017	2019	<div><div></div></div>
biomarker	2011	2.34	2017	2019	<div><div></div></div>
serum	2011	2.02	2017	2018	<div><div></div></div>
green tea extract	2011	2.01	2017	2019	<div><div></div></div>
inhibitor	2011	3.92	2018	2019	<div><div></div></div>
gut microbiota	2011	5.36	2019	2021	<div><div></div></div>
all cause mortality	2011	3.91	2019	2021	<div><div></div></div>
kappa b	2011	3.91	2019	2021	<div><div></div></div>
intervention	2011	3.42	2019	2021	<div><div></div></div>
cell cycle arrest	2011	3.07	2019	2021	<div><div></div></div>

图 6 关键词突现分析图谱

3 讨论

3.1 作者、国家及研究机构分析 多酚治疗心血管研究领域贡献较大国家为中国、美国、意大利、西班牙和英国,我国的发文量最高。通过对该节点的施引文献综合分析发现,我国在应用中药治疗心血管疾病方面的研究较深入。同时,与中心性较高的瑞典、比利时和斯洛伐克相比,我国和美国的中心性较低,表明中美两国与其他国家的合作较少,还需加强国际间的合作。

巴塞罗那大学、卡洛斯三世卫生研究所、罗维拉-威尔吉利大学、西班牙国家研究委员会和那不勒斯费德里克二世大学这 5 个机构也在该领域作出了突出贡献。其中发文量最多的巴塞罗那大学,研究方向主要是“初榨橄榄油”“红酒”和“酚类化合物”;发表文章最多的作者 RAMON ESTRUCH 也来自于该机构,他的研究主要集中于“地中海饮食”和“多酚摄入量”等。

综合发文量和中心性分析,德黑兰医科大学发表的科研文章具有重要研究意义,其研究方向为“代谢综合征”“槲皮素”等。虽然发文量最多的国家

是中国,但研究机构的分布较分散,而发文量位于前列的机构多集中在西班牙,该国家的机构对多酚治疗心血管疾病相关领域的研究合作也比较密切,原因可能与西班牙地处地中海,饮食习惯为地中海饮食有关,多食富含多酚类化合物较多的橄榄油、红酒等^[14]。

3.2 关键词分析

关键词是表达文献主题概念的自然语言词汇,可以反映文章的主题和内容。对关键词进行分析,可以精确的展示某个研究领域内的研究热点和前沿。

3.2.1 关键词共现揭示多酚治疗心血管疾病的研究热点 通过关键词共现图谱发现,该领域的重要关键词有氧化应激、酚类化合物、多酚、类黄酮、肥胖、癌症、2型糖尿病。在心血管疾病治疗领域中,酚类化合物、多酚、黄酮等关键词出现频率较高,提示传统中医药治疗心血管疾病研究较为成熟,占相关研究半数以上;多酚、酚类化合物与心血管疾病、肥胖、癌症、糖尿病和代谢综合征等疾病形成网络联系,提示多酚类化合物治疗以上几种疾病或有显著疗效。在治疗机制上抗氧化活性、炎症、DNA损伤等关键词出现频次较高,提示对多酚治疗心血管疾病的研究多集中在抗氧化、炎症等分子生物学方面。

该领域的研究热点可归纳为以下方面：①氧化应激导致慢性疾病的发生机制。氧化应激导致机体处于炎症状态，持续炎症状态是心血管疾病、肥胖、癌症、2 型糖尿病和神经退行性疾病的主要致病因素^[15]；②多酚及酚类化合物通过抗氧化作用治疗肥胖、高血压、2 型糖尿病。多酚主要通过阻断活性氧-炎症周期而促进其抗炎作用，同时多酚及多酚类化合物也可抑制多种促炎细胞因子（TNF- α 、IL-1 β 、IL-6、IL-8 等）的表达，抑制炎症反应^[16]；③黄酮及黄酮类化合物的抗氧化活性在心血管疾病中的治疗作用。黄酮类化合物是一种强效抗氧化剂，通过抑制各种促炎细胞因子和趋化因子的表达抑制炎症反应的发生^[17]。研究发现^[18]，食用类黄酮可通过抗炎、抗氧化、增加高密度脂蛋白和血管舒张活性等降低心血管疾病的发生风险。

3.2.2 关键词突现及聚类揭示多酚治疗心血管疾病的研究前沿 由关键词突现分析多酚在治疗心血管疾病的研究前沿及未来的研究趋势, 热点主要集中于 2018、2019、2021 这 3 年, 主要关键词为膳食多酚、绿茶提取物、肠道菌群。综合聚类分析发现, 膳食

多酚位于聚类 #0 饮食,绿茶提取物位于聚类 #3 表儿茶素,二者所在聚类有较大的重叠,且突现年份相近。绿茶提取物的主要成分为多酚,提示二者在治疗心血管疾病方面有相似的作用。虽然二者相继在 2018、2019 年结束突现,但多酚在抗炎、抗癌、抗氧化等方面有重要作用,相关机制大部分仍是未知的,需要深入研究^[9]。肠道菌群位于聚类 #13 短链脂肪酸,从 2019 年突现至今仍是热点。聚类 #13 主要是关于肠道菌群及其代谢产物的研究。肠道菌群作为人体“被遗忘的器官”,在机体的代谢过程中发挥着重要作用,心血管疾病与机体持续的慢性炎症状态有关^[20],肠道菌群及其代谢产物可通过介导机体的炎症及免疫反应,降低心血管疾病的发生风险。以肠道菌群为靶点,利用多酚及多酚类化合物等中医药治疗心血管疾病或将成为未来研究热点。

近 10 年来,氧化应激导致慢性疾病的发病机制、多酚及多酚类化合物和黄酮及黄酮类化合物通过抗氧化作用抑制炎症反应,降低心血管疾病的发生风险是多酚治疗心血管疾病领域的研究热点。本研究可为从事心血管疾病研究的人员提供该多酚及多酚类化合物治疗心血管疾病的研究趋势,提出多酚及多酚类化合物以肠道菌群为靶点治疗心血管疾病的新思路,但由于机制尚不明确,还需要学者更多的探索和研究。

参考文献:

- [1]Roth GA,Mensah GA,Johnson CO,et al.Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019: Update From the GBD 2019 Study [J].*J Am Coll Cardiol*,2020,76(25): 2982–3021.
- [2]曹新西,徐晨婕,侯亚冰,等.1990–2025 年我国高发慢性病的流行趋势及预测[J].*中国慢性病预防与控制*,2020,28(1):14–19.
- [3]Luca SV,Macovei I,Bujor A,et al.Bioactivity of dietary polyphenols: The role of metabolites[J].*Crit Rev Food Sci Nutr*, 2020,60(4):626–659.
- [4]Procházková D,Boušová I,Wilhelmová N.Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids [J].*Fitoterapia*,2011,82 (4): 513–523.
- [5]Siti HN,Kamisah Y,Kamsiah J.The role of oxidative stress, antioxidants and vascular inflammation in cardiovascular disease (a review)[J].*Vascul Pharmacol*,2015,71:40–56.
- [6]Morand C,Dubray C,Milenkovic D,et al.Hesperidin contributes to the vascular protective effects of orange juice: a randomized crossover study in healthy volunteers[J].*Am J Clin Nutr*,2011,93(1):73–80.
- [7]Wong RH,Howe PR,Buckley JD,et al.Acute resveratrol supplementation improves flow-mediated dilatation in overweight/obese individuals with mildly elevated blood pressure [J].*Nutr Metab Cardiovasc Dis*,2011,21(11):851–856.
- [8]Li AN,Li S,Zhang YJ,et al.Resources and biological activities of natural polyphenols[J].*Nutrients*,2014,6(12):6020–6047.
- [9]Tajik N,Tajik M,Mack I,et al.The potential effects of chlorogenic acid, the main phenolic components in coffee, on health: a comprehensive review of the literature[J].*Eur J Nutr*,2017,56(7): 2215–2244.
- [10]Giampieri F,Alvarez-Suarez JM,Battino M.Strawberry and human health: effects beyond antioxidant activity[J].*J Agric Food Chem*,2014,62(18):3867–3876.
- [11]Liu RH.Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet[J].*Adv Nutr*,2013,4(3):384S–392S.
- [12]Kunnumakkara AB,Bordoloi D,Padmavathi G,et al.Curcumin, the golden nutraceutical: multitargeting for multiple chronic diseases[J].*Br J Pharmacol*,2017,174(11):1325–1348.
- [13]Meng S,Cao J,Feng Q,et al.Roles of chlorogenic Acid on regulating glucose and lipids metabolism: a review[J].*Evid Based Complement Alternat Med*,2013,2013:801457.
- [14]Blas A,Garrido A,Unver O,et al.A comparison of the Mediterranean diet and current food consumption patterns in Spain from a nutritional and water perspective[J].*Sci Total Environ*,2019,664:1020–1029.
- [15]Siti HN,Kamisah Y,Kamsiah J.The role of oxidative stress, antioxidants and vascular inflammation in cardiovascular disease (a review)[J].*Vascul Pharmacol*,2015,71:40–56.
- [16]Del Rio D,Rodriguez-Mateos A,Spencer JP,et al.Dietary (poly)phenolics in human health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases[J].*Antioxid Redox Signal*,2013,18(14):1818–1892.
- [17]阿地力江·萨吾提,周文婷,阿布杜萨拉木·阿吾提,等.基于网络药理学研究罗勒黄酮类活性成分在心血管疾病中的作用及其机制[J].*中华中医药学刊*,2020,38(7):153–157,266.
- [18]梁文彬,蔡金玲,温庆伟,等.鸭跖草总黄酮对原发性高血压大鼠肾素-血管紧张素-醛固酮系统的影响[J].*中西医结合心脑血管病杂志*,2022,20(20):3694–3697.
- [19]Wang L,Tian X.Epigallocatechin-3-Gallate Protects against Homocysteine-Induced Brain Damage in Rats [J].*Planta Med*, 2018,84(1):34–41.
- [20]Madhur MS,Lob HE,McCann LA,et al.Interleukin 17 promotes angiotensin II-induced hypertension and vascular dysfunction[J].*Hypertension*,2010,55(2):500–507.

收稿日期:2023-04-19;修回日期:2023-05-29

编辑/王萌